

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 2月 5日
Date of Application:

出願番号 特願2003-028810
Application Number:

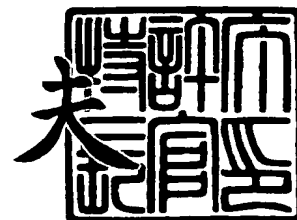
[ST. 10/C]: [JP 2003-028810]

出願人 松下電器産業株式会社
Applicant(s):

2003年10月22日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井 康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 2022050008

【提出日】 平成15年 2月 5日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 C04B 35/10
H01B 3/12
H01B 1/00

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 井上 修

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 原田 健史

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 奥山 浩二郎

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 110000040

【氏名又は名称】 特許業務法人 池内・佐藤アンドパートナーズ

【代表者】 池内 寛幸

【電話番号】 06-6135-6051

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 139757

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0108331

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 酸化物セラミックス材料、これを用いたセラミック基板とパワーアンプモジュール

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 酸化アルミニウムを主成分として含み、副成分として少なくとも酸化ニオブと酸化銅とを含むことを特徴とする酸化物セラミックス材料。

【請求項 2】 副成分として、さらに酸化チタン、酸化銀および酸化ビスマスから選ばれた少なくとも一種類を含む請求項 1 に記載の酸化物セラミックス材料。

【請求項 3】 前記副成分を構成する酸化ニオブ、酸化銅、酸化チタン、酸化銀、酸化ビスマスの副成分合計量に対する比率が、それぞれ下記の範囲である請求項 1 または 2 に記載の酸化物セラミックス材料。

30 重量% ≤ 酸化ニオブ ≤ 70 重量%

10 重量% ≤ 酸化銅 ≤ 60 重量%

0 重量% ≤ 酸化チタン ≤ 30 重量%

0 重量% ≤ 酸化銀 ≤ 30 重量%

0 重量% ≤ 酸化ビスマス ≤ 40 重量%

【請求項 4】 酸化アルミニウムを主成分として含み、副成分として少なくとも酸化銅と酸化チタンと酸化銀を含むことを特徴とする酸化物セラミックス材料。

【請求項 5】 前記副成分を構成する酸化銅、酸化チタン、酸化銀の副成分合計量に対する比率が、それぞれ下記の範囲である請求項 4 に記載の酸化物セラミックス材料。

10 重量% ≤ 酸化銅 ≤ 90 重量%

5 重量% ≤ 酸化チタン ≤ 60 重量%

5 重量% ≤ 酸化銀 ≤ 40 重量%

【請求項 6】 前記酸化アルミニウムの含有率が 80 重量%以上 98 重量%以下である請求項 1～5 のいずれかに記載の酸化物セラミックス材料。

【請求項 7】 さらに、酸化マンガンを含み、酸化物全体を 100 として、0.1

～ 2. 0 重量部含む請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載の酸化物セラミックス材料。

【請求項 8】 酸化物セラミックス材料が、950℃以下の焼成温度で、相対密度 90%以上に焼結可能である請求項 1 ～ 7 のいずれかに記載の酸化物セラミックス材料。

【請求項 9】 請求項 1 ～ 8 のいずれかに記載の酸化物セラミックス材料からなる絶縁層と、銀を主成分とする導体を少なくともその内層に有することを特徴とするセラミック基板。

【請求項 10】 請求項 9 に記載のセラミック基板上にパワーアンプを実装したパワーアンプモジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、アルミナ（酸化アルミニウム、 Al_2O_3 ）を主成分とした酸化物セラミック材料と、これを用いた内部に導体を有する多層セラミック基板、誘電体積層デバイス、およびこれらを用いたパワーアンプモジュールに関する。

【0002】

【従来の技術】

半導体 IC 等を実装する多層配線基板には、大きく分けてガラスエポキシ等の有機材料が主体となる有機系基板と、アルミナ等のセラミックスやガラスが主体となる無機系基板がある。無機系基板は、一般に耐熱性が高く、高熱伝導、低熱膨張、低誘電損失、高信頼性といった特徴を有し、幅広く用いられている。

【0003】

無機系多層基板は、大きく、HTCC（High Temperature Co-fired Ceramics）系と LTCC（Low Temperature Co-fired Ceramics）系に分類できる。HTCC は基材として、 Al_2O_3 や AlN 、 BeO 、 $SiC-BeO$ などを用いたものである。これらのセラミックス材料は、粉末状の原料を成形した後、1500℃以上の高温で焼成することによって製造される。このため、多層基板の内部に形成される導体材料としては、融点の高い Mo や W が用いられる。この Mo や W は、導体としては抵抗率が高いという欠点があるが、抵抗率の低い Ag や Cu は

融点が低く、高温での焼成では融解してしまい、配線導体として用いることができない。また、1500℃以上という焼成温度は、エネルギー的にも大きな損失である。

【0004】

そこで、アルミナ等のセラミックス原料を、AgやCuの溶けない低温で焼結可能としたものが、LTCCである。LTCCは、セラミック原料に、低融点のガラス原料を混合することによって、低温での焼成を可能としたもので、例えば、ほうけい酸鉛ガラス+アルミナや、ほうけい酸ガラス+コージエライト系、その他各種の組成系がある。これらは1000℃程度以下の温度で焼成可能であるために、低抵抗のAgやCuを内部導体として用いることができる。このため無機系多層基板としては、HTCCよりもこのLTCCが、現在主流になりつつある。しかしながら、これらのガラスを用いたLTCC材料では、熱伝導率の比較的低いガラスを多量に含むために、アルミナ等のセラミックス本来の高熱伝導率という特徴は失われてしまう。

【0005】

基板の熱伝導率が低下すると、パワーアンプのような、発熱性のある素子を実装した場合、放熱性が低いために温度上昇が著しくなって、使用できなくなる。この傾向は、特に小型化が強く要求される携帯機器等において顕著となる。この問題を改善するために、LTCC基板の、実装した素子の下部に当たる部分に、金属導体による放熱用のビア、いわゆるサーマルビアを形成する方法が用いられているが、小型化の進展により実装密度が向上してくると、サーマルビアを設けることで設計自由度が低下し、小型化への妨げとなっている。

【0006】

アルミナ系材料でガラスを用いずに焼結温度を下げるものとしては、アルミナとビスマスの合金を急冷した後酸化してアモルファス状態としたもの（特許文献1参照）や、アルミナに酸化マンガンを酸化バナジウムを同時に添加したもの（特許文献2参照）が開示されている。

【0007】

【特許文献1】

特開平 3-271115 号公報

【0008】

【特許文献 2】

特開平 11-157921 号公報

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、アルミナとビスマスの合金を急冷した後、酸化して、アモルファス状の酸化物としたものは、各原料粉末を混合し、熱処理するだけという、通常のセラミックスプロセスでは、結晶性のものしか得られないために作製できず、量産性に乏しいという問題点がある。また、アルミナに酸化マンガンを酸化バナジウムを添加したものでは、これらの添加物が有害物質であり、その添加量が数%程度と少なくないために、環境面で問題があり、さらに酸化バナジウムと銀の反応性が高いために、内部導体を銀とした時に、焼成時に反応しやすいという問題があった。

【0010】

本発明は、前記の問題を解決するために、複雑なプロセスを経る必要がなく、また有害物質や銀導体と反応しやすい添加物を用いず、アルミナの含有率を大きくして熱伝導率を高く保ったまま、低温で焼成可能な酸化物セラミックス材料、これを用いたセラミック基板とパワーアンプモジュールを提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】

以上のような問題を解決するために、本発明の第1の酸化物セラミック材料は、酸化アルミニウムを主成分として含み、副成分として少なくとも酸化ニオブと酸化銅とを含むことを特徴とする。この材料は、副成分としてさらに、酸化チタン、酸化銀、酸化ビスマスから選ばれた一種以上を含むことが望ましく、特に酸化チタンと酸化銀は、同時に含むことが望ましい。

【0012】

また、本発明の第2の酸化物セラミック材料は、酸化アルミニウムを主成分と

して含み、副成分として、少なくとも酸化銅と酸化チタンと酸化銀を含むことを特徴とする。

【0013】

これら2種類の材料における、主成分である酸化アルミニウムの含有率は、80重量%以上98重量%以下であることが望ましい。さらに、酸化マンガン、酸化アルミニウムを含む酸化物全体を100として、0.1～2.0重量部含むことが望ましい。また、本材料は、950℃以下の温度で焼成されることが望ましい。

【0014】

また、本発明のセラミック基板、あるいは誘電体積層デバイス、前記の酸化物セラミックス材料からなる絶縁層と、銀を主成分とする導体を少なくともその内層に有することを特徴とする。また、本発明のモジュールは、前記のセラミック基板上にパワーアンプを実装したことを特徴とする。

【0015】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について詳細に説明する。

【0016】

本発明は、その組成に特徴のあるセラミックス材料である。その組成の主成分がアルミナであり、副成分として、特定の複数の金属酸化物を含むことによって、低温焼結可能で、高熱伝導率であるという従来にはない特性が得られる。また、本発明の材料が低温焼結可能であるために、内部導体に、低電気抵抗率のAgを用いることが可能となり、高熱伝導率のLTCCとなる。具体的には、副成分として少なくとも酸化ニオブと酸化銅とを含む。

【0017】

本発明においては、副成分として、さらに酸化チタン、酸化銀および酸化ビスマスから選ばれた少なくとも一種類を含むことが好ましい。

【0018】

また、前記副成分を構成する酸化ニオブ、酸化銅、酸化チタン、酸化銀、酸化ビスマスの副成分合計量に対する比率が、それぞれ下記の範囲であることが好ま

しい。

【0019】

30重量% ≤ 酸化ニオブ ≤ 70重量%

10重量% ≤ 酸化銅 ≤ 60重量%

0重量% ≤ 酸化チタン ≤ 30重量%

0重量% ≤ 酸化銀 ≤ 30重量%

0重量% ≤ 酸化ビスマス ≤ 40重量%

また、酸化アルミニウムを主成分として含み、副成分として少なくとも酸化銅と酸化チタンと酸化銀を含む酸化物セラミックス材料の場合は、前記副成分を構成する酸化銅、酸化チタン、酸化銀の副成分合計量に対する比率が、それぞれ下記の範囲であることが好ましい。

【0020】

10重量% ≤ 酸化銅 ≤ 90重量%

5重量% ≤ 酸化チタン ≤ 60重量%

5重量% ≤ 酸化銀 ≤ 40重量%

また、前記酸化アルミニウムの含有率が80重量%以上98重量%以下であることが好ましい。

【0021】

さらに、酸化マンガンを、酸化物全体を100として、0.1～2.0重量部含むことが好ましい。

【0022】

本発明の材料、およびこれを用いたLTCCの、作製方法を以下に述べる。アルミナ（酸化アルミニウム、 Al_2O_3 ）と各種の金属酸化物の粉末を、ボールミル等の混合機を用いて良く混合する。ボールミルのボールには、各種のものを用いることが出来るが、アルミナボールを用いると、不要な不純物の混入量を、極力少なく出来るので、より望ましい。混合時の媒体は、有機溶媒でもかまわないが、通常は水を用いれば良い。また、混合時の均一性を高くしたり、その成形性を改善するために、混合粉末を、焼成温度よりも低い温度での仮焼を行い、その後再度ボールミル等で粉碎を行っても良い。

【0023】

なお、原料粉末には、通常は金属酸化物を用いれば良いが、空气中などの酸素の存在下で焼成する場合、原料の一部、特に酸化銀や酸化銅は、金属銀粉末や金属銅粉末を用いても良い。

【0024】

こうして得られた混合粉末に、ポリビニルアルコール等の成形用有機バイндаを少量混合し、メッシュを通過させて顆粒状に造粒する。この造粒粉末を適当なサイズの金型に入れ、加圧プレスを用いて成形し、成形体を得る。

【0025】

また同じ混合粉末に、シート成型用の有機バイндаと溶剤を十分に混合・混練してスラリーを作製し、このスラリーを、ベースフィルム上に引きのばしてシート状に形成した後、このシートを乾燥して、グリーンシートとする。この際、アルミナと各種金属酸化物粉末の混合と、有機バイндаと溶剤との混合を、一回の処理で行うことも可能である。

【0026】

一方、導体用金属粉末と、有機バイндаと溶剤とからなる有機ビヒクル成分とを十分に混合・混練して内層配線用導体ペーストを作製する。同一組成、あるいは組成比を若干変えて、同様にビア用導体ペーストを作製する。こうしたペースト組成物には、前記のアルミナと金属酸化物の混合粉末を少量加えておくことも可能である。このようにしておく、最終的な積層体における基板と電極のなじみが改善される。

【0027】

次に、先に作製したグリーンシートにビア孔加工を施す。その後、ビア用導体ペーストをグリーンシートのビア孔に充填する。次に内層配線用導体ペーストを用いて、グリーンシート上に配線パターンを印刷した後、これらのグリーンシートを積層して積層体を形成する。

【0028】

以上のようにして用意した、本発明の酸化物を主成分とする成形体とグリーンシート積層体とを、加熱炉内で600℃程度の温度で脱バイнда処理し、その後

さらに所定の温度で焼成して、焼結体および多層基板を得る。

【0029】

原料に用いるアルミナ粉末の粒径としては、極端に荒くない限り使用可能であるが、より低温で高密度とするためには、粒径が小さい方が良く、 $1\mu\text{m}$ 以下であることが望ましい。一方、成形する場合のことを考えると、あまり小さすぎると扱いにくいいため、 $0.1\mu\text{m}$ 以上であることが望ましい。アルミナ以外の添加物の粒径は、これよりも多少大きくてもかまわない。

【0030】

前記以外の金属酸化物が、本発明の材料の原料として混入していたとしても、その量が充分少なければ、特に問題を生じない。このような混入は、出発原料に不可避免的に混入していたり、混合時の媒体から混入したり、あるいは本発明の材料の特性を微調整する目的で加えたりすることが考えられる。しかしながら、その量が多くなると、焼結性の低下や、誘電特性の劣化、熱伝導性の低下を招く恐れがあり、望ましくない。

【0031】

本発明の多層基板に用いる導体は、特に限定されないが、低温で焼結可能であるという特徴を生かすためには、低抵抗な銅や銀を主成分とすることが望ましい。銅を内部導体に用いる場合には、銅の融点が 1080°C 程度であるので、焼成温度は、それより低い 1060°C 程度以下にする必要がある。銀を内部導体に用いる場合には、銀の融点が 960°C 程度であるので、焼成温度は、それより低い 950°C 程度以下にするのが好ましい。本発明では、どちらの内部導体を用いることも不可能ではないが、銀を用いる方が、空气中で脱バイнда可能であるために、望ましい。

～9

【0032】

成形体やグリーンシートの作製方法は特に限定はなく、例えば金型一軸成形法、等方圧プレス法や、ドクターブレード法、カレンダ法、ロールコーター法などが使用できる。

【0033】

またシートを保持するベースフィルムとしては、例えばポリエチレン系樹脂や

ポリエステル系樹脂、紙などが使用できる。さらに絶縁シートにビア孔加工を施す方法としては、例えばパンチングやレーザー加工などが使用できる。

【0034】

成形体や積層体の焼成時の雰囲気としては、内部導体に Ag を用いることができるので、通常は大気を用いれば良い。

【0035】

本発明では、アルミナ粉末と特定の酸化物粉末を混合することにより、通常のアルミナに比べてはるかに低い温度で焼結可能とすることが出来、製造エネルギーや製造に使用する炉のコストに関して、非常に有利となる。また、950℃以下で焼成可能となるため、低抵抗の Ag を導体として用いて同時焼成することができる。また、アルミナの含有率が高いために熱伝導率が高く、多層基板等へ応用した場合に、その上や内部に、パワーアンプのような、発熱する素子を実装しても、その熱が、基板を経由して放熱され、素子近傍が高温に成りすぎることがない。高熱伝導であるために、特にサーマルビアを設ける必要がない。またサーマルビアを併用すれば、さらに放熱性が向上する。またもちろん、誘電特性も良好であるので、パワーアンプ以外の素子を実装したモジュールとして用いることも可能である。

【0036】

図1にセラミック配線基板を用いたパワーアンプモジュールの一例の斜視図を示す。すなわち、セラミック多層配線基板1の上に、パワーアンプモジュール2と、コンデンサ、インダクタ、抵抗等の電子部品3が搭載されている。このパワーアンプモジュールは、好適には例えば携帯電話のマザー基板に組み込まれる。

【0037】

【実施例】

以下、実施例により、本発明を具体的に説明する。

【0038】

<実施例1>

出発物質として、純度99.99%、粒径0.5 μm の酸化アルミニウム (Al_2O_3) 粉末、および試薬級以上の純度の各種金属酸化物の粉末を用いた。これ

らを、表 1 の組成比となり、かつ合計重量が 2 0 0 g となるように秤量し、アルミナボールを用いたボールミルにて 1 2 時間、湿式混合した。粉末を乾燥後、少量のポリビニルアルコール水溶液を混合し、# 3 2 メッシュのふるいを通過させて製粒した。この粉末を、金型にて、直径 1 2 mm、厚さ約 1 mm のサイズに $1 \text{ t} / \text{cm}^2$ の圧力で、一軸加圧成形した。得られた成形体を、空气中 5 0 0 °C にて 1 時間加熱してバインダアウトを行った後、9 0 0 °C ~ 1 0 0 0 °C にて 1 時間焼成した。焼結体のサイズと重量を測定して焼結密度を算出した。

【 0 0 3 9 】

また、同じ焼結体を複数作製し、これを粉砕して、ピクノメーターを用いて真密度を測定し、焼結密度 / 真密度より相対焼結密度を求めた。結果を表 1 に示した。

【 0 0 4 0 】

【表 1】

No.	組成比 (重量%)						焼成温度 (℃)			実/比
	Al ₂ O ₃	Nb ₂ O ₅	CuO	TiO ₂	Ag ₂ O	Bi ₂ O ₃	900	950	1000	
1	100						55.0	55.2	57.5	比
2	90	10					55.1	55.3	57.0	比
3	90		10				55.2	55.3	57.7	比
4	90			10			55.1	55.2	57.5	比
5	90				10		54.9	55.2	56.9	比
6	90					10	55.2	55.4	57.4	比
7	90	5	5				68.8	92.7	99.8	実
8	90	5		5			55.0	55.9	57.3	比
9	90	5			5		54.8	55.7	58.8	比
10	90	5				5	55.2	56.8	60.0	比
11	90		5	5			65.5	74.3	88.3	比
12	90		5		5		56.3	56.9	57.5	比
13	90		5			5	59.4	65.6	78.3	比
14	90			5	5		55.3	57.0	58.4	比
15	90			5		5	55.9	57.0	60.3	比
16	90				5	5	55.7	56.5	59.1	比
17	90	4	4	2			79.8	97.0	99.5	実
18	90	4	4		2		87.3	95.8	97.3	実
19	90	4	4			2	75.7	95.0	96.9	実
20	90	4		2	4		58.0	59.7	62.1	比
21	90	4		2		4	57.4	59.4	61.6	比
22	90	4			2	4	56.1	58.4	60.8	比
23	90		4	2	4		83.8	92.8	96.5	実
24	90		4	2		4	67.0	78.8	88.0	比
25	90		4		2	4	57.5	58.2	61.4	比
26	90			2	4	4	56.2	57.5	59.6	比
27	90	4	3	1	2		97.8	99.4	99.8	実
28	90	4	3	1		2	85.3	98.2	99.6	実
29	90	4	3		1	2	84.6	97.3	99.5	実
30	90	4		1	2	3	59.0	61.5	63.7	比
31	90		3	1	2	4	84.3	92.5	97.0	実

(備考) 実は実施例、比は比較例を示す。

【0041】

表 1 から明らかなように、アルミナ単独の試料 No. 1、あるいは各種の添加物を 1 種類のみ用いた試料 No. 2～6 では、1000℃焼成まででは、ほとんどまったく焼結しなかった。

【0042】

2 種類の添加物を組み合わせて用いた場合、Nb₂O₅と CuO を用いた試料 N

o. 7において、950℃でも90%密度を越えてかなり焼結し、1000℃では理論密度近くまで焼結した。CuOとTiO₂を添加したNo. 11と、CuOとBi₂O₃を用いたNo. 13も焼結促進の効果は認められたが、1000℃焼成でも密度は90%に到達せず、No. 7ほどの効果は見られなかった。銀を内部電極に用いることを想定すると、焼成温度の上限は950℃程度であり、この時の相対密度が90%以下になると、機械強度などが不足すると考えられるので、No. 11と13は実用的ではない。

【0043】

3種類の添加物を組み合わせて用いた場合、2種類の添加で効果のあったNb₂O₅とCuOに、さらにTiO₂、Ag₂O、Bi₂O₃のいずれかを加えたNo. 17, 18, 19では、950℃焼成で密度95%を越え、より低温で焼結可能となった。また、Nb₂O₅とCuOを含まない場合でも、CuO-TiO₂-Ag₂O添加のNo. 23では、950℃焼成で、密度90%を越えた。しかし、他の組み合わせでは、1000℃焼成でも密度が90%に到達したものはなかった。

【0044】

4種類の添加物を組み合わせて用いた場合、Nb₂O₅とCuOに、さらにTiO₂とAg₂Oを同時に加えたNo. 27で、900℃焼成の密度が95%を越えた。

【0045】

以上のように、アルミナの含量が同じであっても、Nb₂O₅とCuOを同時に含むこと、さらにNb₂O₅とCuOに加えてTiO₂、Ag₂O、Bi₂O₃のいずれかを含むこと、またNb₂O₅、CuO、TiO₂、Ag₂Oを同時に含むことで、より低温で焼結可能であった。また、CuOとTiO₂とAg₂Oを同時に含むことによっても、低温で焼結可能であった。これらの中で、最も低温での焼結性が良好なのは、Nb₂O₅、CuO、TiO₂、Ag₂Oを同時に含むNo. 27であった。

【0046】

<実施例2>

実施例 1 と同様に、酸化アルミニウム、酸化ニオブ、酸化銅、酸化チタン、酸化銀、酸化ビスマスの各粉末を用意し、酸化アルミニウムが 9 3 重量%となり、残り 5 成分の合計が 7 重量%中となり、酸化ニオブ、酸化銅、酸化チタン、酸化銀、酸化ビスマスの合計を 1 0 0 重量部とした場合の、相互の重量部が表 2 のようになるように、これらの粉末を混合し、9 0 0℃、または 9 5 0℃で 2 時間焼成して焼結体を作製し、その相対密度を測定した。

【 0 0 4 7 】

また、相対密度が 9 0 % を越えた焼結体試料の上下面に、金電極をスパッタリングにより形成し、誘電特性を評価した。結果を表 2 に示した。

【 0 0 4 8 】

【表 2】

No.	副成分重量比					相対密度(%)		誘電損失(1MHz)	
	Nb ₂ O ₅	CuO	TiO ₂	Ag ₂ O	Bi ₂ O ₃	900℃	950℃	900℃	950℃
1	80	20				63.8	88.4	—	0.12
2	70	30				65.9	91.3	—	0.05
3	60	40				68.5	91.5	—	0.04
4	50	50				68.1	91.0	—	0.05
5	40	60				67.4	90.7	—	0.05
6	30	70				66.2	87.8	—	0.24
7	65	30	5			75.3	95.1	—	0.03
8	60	30	10			77.9	96.3	—	0.02
9	50	30	20			78.8	96.5	—	0.02
10	40	30	30			76.6	96.0	—	0.02
11	30	30	40			71.1	90.2	—	0.09
12	65	30		5		73.2	93.6	—	0.03
13	60	30		10		82.3	94.9	—	0.02
14	40	30		30		86.1	96.8	—	0.05
15	30	30		40		88.4	97.9	—	0.33
16	60	30			10	70.5	93.0	—	0.05
17	50	30			20	73.2	94.4	—	0.04
18	30	30			40	75.1	95.0	—	0.05
19	30	20			50	74.7	93.2	—	0.29
20	65	20	10	5		96.2	99.0	0.02	0.009
21	60	20	10	10		96.5	99.2	0.007	0.005
22	40	20	10	30		97.0	99.3	0.009	0.007
23	30	20	10	40		98.3	99.5	0.15	0.12
24	40	10	30	20		94.1	98.7	0.02	0.01
25	60	20	40	20		90.4	96.3	0.11	0.09
26	60	20	10		10	83.5	96.8	—	0.01
27	60	20		10	10	82.4	95.9	—	0.05
28	50	20	10	10	10	95.6	98.6	0.03	0.01

【0049】

表2より明らかなように、Nb₂O₅とCuOのみを含む場合、Nb₂O₅が多すぎても、CuOが多すぎても若干焼結密度が低下し、また90%以上の密度が得られても、誘電損失が5%を越えた。従って、Nb₂O₅は70重量部以下が、CuOは60重量部以下が望ましい（試料No. 1～6）。

【0050】

Nb₂O₅とCuOに、さらにTiO₂、Ag₂O、Bi₂O₃のいずれかを加える

ことで、より低温で高密度化したが、添加量が多くなりすぎるとかえって密度が低下し、また誘電損失も大きくなり、 TiO_2 では30重量部以下が（試料No. 7～11）、 Ag_2O では30重量部以下が（試料No. 12～15）、 Bi_2O_3 では40重量部以下が望ましかった（試料No. 16～19）。なお、 TiO_2 、 Ag_2O 、 Bi_2O_3 の中では Ag_2O が最も緻密化効果が大きく、 TiO_2 がこれに次、 Bi_2O_3 が最も効果が小さかった。

【0051】

さらに、 Nb_2O_5 、 CuO への TiO_2 、 Ag_2O の同時添加で、最も高い密度と、低い誘電損失が得られた。ところが、 TiO_2 と Bi_2O_3 、 Ag_2O と Bi_2O_3 、の同時添加は、単独添加と大きな差は見られなかった。

【0052】

<実施例3>

実施例2と同様に、酸化アルミニウム、酸化銅、酸化チタン、酸化銀の各粉末を用意し、酸化アルミニウムが93重量%となり、残り3成分の合計が7重量%中となり、酸化銅、酸化チタン、酸化銀の合計を100重量部とした場合の、相互の重量部が表3のようになるように、これらの粉末を混合し、950℃で2時間焼成して焼結体を作製し、その相対密度を測定した。

【0053】

また、相対密度が90%を越えた焼結体試料の上下面に、金電極をスパッタリングにより形成し、誘電特性を評価した。結果を表3に示した。

【0054】

【表 3】

No.	重量比			密度 (%)	誘電 損失	No.	重量比			密度 (%)	誘電 損失
	CuO	TiO ₂	Ag ₂ O				CuO	TiO ₂	Ag ₂ O		
1	90	10		73.3	—	15	35	60	5	92.0	0.04
2	90	5	5	90.1	0.05	16	35	50	15	93.3	0.03
3	90		10	55.5	—	17	35	40	25	94.2	0.02
4	75	20	5	91.6	0.05	18	35	30	35	93.3	0.03
5	75	20	30	93.5	0.03	19	35	25	40	92.4	0.04
6	75	10	40	92.4	0.05	20	35	15	50	85.0	0.25
7	55	45		74.0	—	21	15	60	25	91.1	0.05
8	55	40	5	92.6	0.04	22	15	50	35	93.1	0.03
9	55	30	15	94.3	0.03	23	15	45	40	91.8	0.05
10	55	20	25	95.0	0.02	24	10	70	20	86.6	0.13
11	55	10	35	94.4	0.03	25	10	60	30	91.9	0.05
12	55	5	40	92.9	0.04	26	10	50	40	92.5	0.05
13	55		45	55.7	—	27	10	40	50	90.4	0.05
14	35	65		73.5	—	28	5	60	35	82.3	0.20

【0055】

表 3 より明らかなように、CuO が 10 重量部以上 90 重量部以下、TiO₂ が 5 重量部以上 60 重量部以下、Ag₂O が 5 重量部以上 40 重量部以下の場合に、比較的良好な特性が得られた。特に、CuO が 15 重量部以上 75 重量部以下、TiO₂ が 10 重量部以上 50 重量部以下、Ag₂O が 15 重量部以上 35 重量部以下の場合に、緻密化が顕著となり、また比較的低い誘電損失が得られた。

【0056】

<実施例 4>

Nb₂O₅、CuO、TiO₂、Ag₂O の各粉末を、予め 5.5 : 2.7 : 0.9 : 0.9 の重量比で混合した粉末を用意した。この粉末とアルミナ粉末、および Mn₃O₄ 粉末を、表 4 の混合比となるようにボールミル混合し、これを 600℃ で 2 時間仮焼した後、再度ボールミルにより粉碎した後、実施例 1 と同じ方法で、900℃ または 950℃ で 2 時間焼成して焼結体を作製し、その相対焼結密度を求めた。また、相対密度が 90% を越えた焼結体試料について、レーザーフラッシュ法にて、熱伝導率を測定した。また、金電極をスパッタリングにより形成し、誘電特性を評価した。結果を表 4 に示した。

【0057】

【表 4】

No.	組成 (wt%)			相対密度		誘電損失		熱伝導率	
	Al ₂ O ₃	添加物	Mn ₃ O ₄	900℃	950℃	900℃	950℃	900℃	950℃
1	100	0	0	55.0	55.2	—	—	—	—
2	99	1	0	64.2	77.5	—	—	—	—
3	98	2	0	81.5	90.8	—	0.04	—	10.2
4	97	3	0	90.8	95.9	0.05	0.02	11.0	15.7
5	96	4	0	93.2	97.4	0.02	0.01	13.9	18.1
6	94	6	0	95.9	99.6	0.01	0.007	16.5	19.8
7	92	8	0	97.8	99.7	0.007	0.005	17.5	18.6
8	92	8	0.1	97.7	99.7	0.004	0.003	17.4	18.4
9	92	8	0.5	95.4	99.6	0.003	0.002	17.3	17.9
10	92	8	1.0	93.3	98.3	0.002	0.002	15.2	16.5
11	92	8	2.0	91.6	96.8	0.003	0.003	10.0	12.4
12	92	8	3.0	80.2	88.1	0.07	0.06	—	—
13	90	10	0	99.0	99.8	0.01	0.008	14.3	15.3
14	85	15	0	98.3	98.4	0.03	0.01	11.2	13.5
15	80	20	0	97.4	95.5	0.04	0.05	7.8	7.2
16	75	25	0	95.1	93.2	0.11	0.12	4.9	4.4

【0058】

表4より明らかなように、Al₂O₃の含有量が98%を越えると、複合添加物を加えても、焼結性が充分ではなかった。一方、Al₂O₃の含有量が80%未満では、焼結性は高いが、誘電特性、熱伝導率とも低下した。従って、Al₂O₃の含有率は、80%以上98%以下、より望ましくは、85%以上96%以下が良い。

【0059】

次に、Al₂O₃を92%、複合添加物を8%に固定して、Mn₃O₄を外枠で添加した場合、添加により誘電特性が改善される傾向が認められたが、添加量が増加すると焼結密度が低下した。従って、Mn₃O₄を0.1重量%以上、2重量%以下含有することが望ましい。

【0060】

本発明者等は、本実施例以外にも、複合添加物中のNb₂O₅、CuO、TiO₂、Ag₂Oの比率を変化させたり、複合添加物としてCuO、TiO₂、Ag₂O系を用いて、同様の実験を行ったが、Al₂O₃の含有率や、Mn₃O₄添加については、同様の結果が得られた。

【0061】

<実施例5>

実施例1と同様の方法で、 Al_2O_3 、 Nb_2O_5 、 CuO 、 TiO_2 、 Ag_2O の各粉末を、重量比で93:3:2:1.5:0.5の比率でボールミル混合し、これを600℃で2時間仮焼した後、再度ボールミルにより粉碎した。この仮焼粉に、ポリビニルブチラル樹脂と酢酸ブチルを混合してスラリー状とし、ドクターブレード法により、表面に離型処理を施したベースフィルム（ポリフェニルサルファイド）上にシート成形した。

【0062】

比較のため、 Al_2O_3 粉末のみを用いて、前記と同様にスラリーを作製し、ベースフィルム上にアルミナグリーンシートを作製した。また、 Al_2O_3 を50重量%、ほうけい酸鉛ガラスを50重量%含む粉末を用いて、前記と同様にスラリーを作製し、ベースフィルム上にガラスセラミックスグリーンシートを作製した。

【0063】

次に、金属の銀粉末に、エチルセルロース系樹脂とテルピネオールを適量加え、3本ロールで十分に混合、混練して内層配線用Agペーストとビア用Agペーストをそれぞれ作製した。

【0064】

次に、グリーンシートの所定箇所にφ0.1mmのビア孔をパンチングにより穿孔し、必要枚数の絶縁シートのビア孔にビア用導体ペーストを充填した後、内層配線用ペーストを用いてシート上にスクリーン印刷法により配線パターンを形成した。ベースフィルムをはがして絶縁シートを積層し、80℃で熱圧着して積層体を得た。

【0065】

得られた積層体を加熱炉内の大気中600℃で脱バインダ処理した後、920℃で2時間焼成した。またこれらとは別に、熱伝導率測定用に、Ag導体を含まない積層体より、焼結体も作製した。

【0066】

まず導体を含まないものについて、熱伝導率を測定したところ、本発明のものは、 $18\text{ W/m}\cdot\text{K}$ であったのに対し、ガラスセラミックスは $2.5\text{ W/m}\cdot\text{K}$ であった。アルミナを用いたものは機械強度が低く、測定が出来なかった。そこで、アルミナを用いたものについて、焼成温度を 1500°C として熱伝導率を測定したところ、 $22\text{ W/m}\cdot\text{K}$ であった。

【0067】

次に、Ag導体を含むものについて、内層配線とビア導体の導通を評価したところ、本発明のものとガラスセラミックスを用いたものは、導通が得られたが、アルミナのみのは機械強度が低く、測定できなかった。そこでアルミナを用いたものについて、焼成温度を 1500°C としたところAg電極が溶けてしまい、導通は得られなかった。

【0068】

次に、本発明のものと、ガラスセラミックスを用いたものについて、その基板上にパワーアンプICを実装して動作させたところ、ガラスセラミックスを用いたものは、熱伝導率が低いために放熱が不十分で温度上昇が激しかったが、本発明を用いたものは、温度上昇が低く抑えられた。

【0069】

【発明の効果】

以上のように本発明は、酸化アルミニウムと、特定の金属酸化物を含有するセラミック材料であり、従来よりも遥かに低温で焼成することが可能であるため、エネルギーコストや使用する炉の制限が緩くなる。また、酸化アルミニウムの含有量が多いために、本来のアルミナに類似した特性を示し、アルミナの代替材料として用いることができる。

【0070】

この材料をセラミック基板用として用いる場合、 950°C 以下で焼結可能なために、その内部に、抵抗率の低い銀を主成分とする導体を含む構成とすることができ、LTCCとして用いることができる。また、熱伝導率が高いために、パワーアンプモジュールのような発熱する素子を実装しても、温度上昇を低く抑えることが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の一実施形態におけるセラミック配線基板を用いたパワーアンプモジュールの斜視図である。

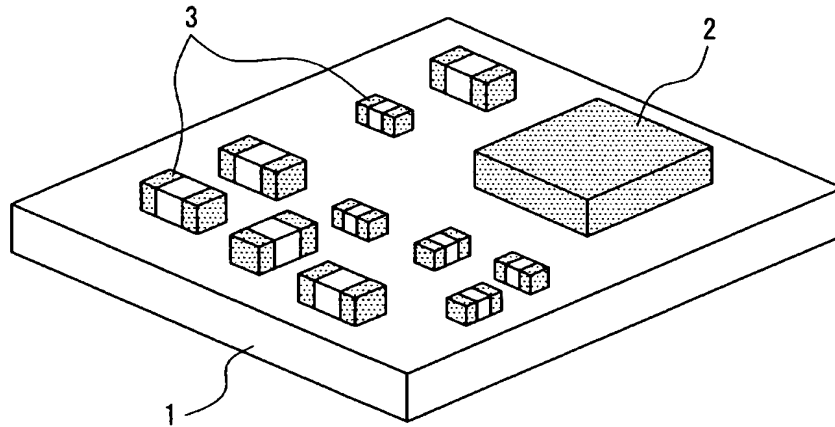
【符号の説明】

- 1 セラミック多層配線基板
- 2 パワーアンプモジュール
- 3 コンデンサ、インダクタ、抵抗等の電子部品

【書類名】

図面

【図 1】



【書類名】 要約書**【要約】**

【課題】 低温での焼結が可能で熱伝導率の高い酸化物セラミックス材料、これを用いたセラミック基板とパワーアンプモジュールを提供する。

【解決手段】 酸化アルミニウムを主成分として含み、副成分として、少なくとも酸化ニオブと酸化銅とを含む酸化物セラミックス材料とする。副成分としてさらに、酸化チタン、酸化銀、酸化ビスマスから選ばれた一種以上を含んでも良い。また、酸化アルミニウムを主成分として含み、副成分として少なくとも酸化銅と酸化チタンと酸化銀を含む酸化物セラミックス材料としても良い。このパワーアンプモジュール(2)は、一例としてセラミック多層配線基板(1)の上に、コンデンサ、インダクタ、抵抗等の電子部品(3)とともに搭載される。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 0 2 8 8 1 0

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 8 2 1]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 8 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地

氏 名

松下電器産業株式会社